

## SILICON WAFER AND ITS THERMAL TREATMENT METHOD

Patent Number: JP7335657  
Publication date: 1995-12-22  
Inventor(s): YAMAMOTO MASAHIKO  
Applicant(s): KOMATSU ELECTRON METALS CO LTD  
Requested Patent:  JP7335657  
Application Number: JP19940145630 19940603  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L21/322; H01L21/324  
EC Classification:  
Equivalents:

---

### Abstract

---

**PURPOSE:** To provide a thermal treatment method of enhancing an silicon wafer, which is lessened in oxygen concentration around its surface but whose element forming region is lessened in mechanical strength due to a thermal treatment carried out in a hydrogen atmosphere, in mechanical strength.

**CONSTITUTION:** A silicon wafer subjected to a hydrogen thermal treatment is thermally treated for two hours at a temperature of 1100 deg.C in a nitrogen atmosphere which contains 20% of oxygen, wherein oxygen is introduced close to the polar surface of the silicon wafer. Oxygen concentration is higher in the surface of the wafer than inside it. Oxygen decreases gradually in concentration up to a point located as deep as 3 to 4μm into the wafer and then increases gradually after the point to an inside concentration. A dent is made in the surface of the wafer so as to generate dislocation, which is propagated by a thermal treatment. When the spread of dislocation is measured, it is 1/10 as large as that of a wafer subjected to a hydrogen thermal treatment. By this setup, the device forming region of the wafer can be improved so as to be nearly as equal in mechanical strength as that of a wafer not subjected to a hydrogen thermal treatment.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-335657

(43)公開日 平成7年(1995)12月22日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 01 L 21/322  
21/324

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

Y  
Z

審査請求 未請求 請求項の数2 FD (全4頁)

(21)出願番号

特願平6-145630

(22)出願日

平成6年(1994)6月3日

(71)出願人 000184713

コマツ電子金属株式会社

神奈川県平塚市四之宮2612番地

(72)発明者 山本 正彦

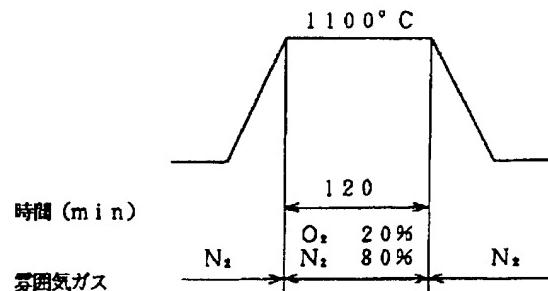
神奈川県平塚市四之宮2612 コマツ電子金属株式会社内

(54)【発明の名称】シリコンウェーハの熱処理方法およびシリコンウェーハ

(57)【要約】

【目的】水素ガス雰囲気中での熱処理により、シリコンウェーハの表面近傍で酸素濃度は低くなるが、素子形成領域の機械的強度も低下するので、前記強度を向上させる熱処理方法を提供する。

【構成】水素熱処理を施したウェーハに、20%の酸素を含む窒素ガス雰囲気内で、1100°C、2時間の熱処理を加え、シリコンウェーハの極表面近傍に酸素を導入する。ウェーハ表面の酸素濃度は内部の酸素濃度より低い。表面から深さ3~4μmにかけて酸素濃度は次第に低下し、この点を過ぎると酸素濃度は再び上昇して内部の酸素濃度に到達する。このウェーハに圧痕をつけて転位を発生させ、熱処理により増殖させた後、転位の広がりを測定したところ、前記水素熱処理を施したウェーハの約1/10であった。本発明の熱処理により、素子形成領域の機械的強度を水素熱処理前のウェーハとほぼ同等の値に向上させることができる。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面近傍の酸素濃度が $10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下のシリコンウェーハを、酸素を含むガス雰囲気中において $1000^{\circ}\text{C}$ 以上の温度で加熱することにより、前記シリコンウェーハの極表面近傍に酸素を導入することを特徴とするシリコンウェーハの熱処理方法。

【請求項2】 表面近傍の酸素濃度が内部の酸素濃度より低く、極表面近傍における酸素濃度が前記表面近傍の酸素濃度より高くなっていることを特徴とするシリコンウェーハ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、シリコンウェーハの熱処理方法およびシリコンウェーハに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 チョクラルスキ法（以下CZ法という）によって引き上げられたシリコン単結晶を加工して得られたウェーハに適当な熱処理、たとえば窒素ガス雰囲気中で $1050^{\circ}\text{C}$ 、数十時間の熱処理を施すことによってウェーハの表面近傍に低酸素濃度の無欠陥領域が形成される。イントリンシックゲッタリングは、前記シリコンウェーハの内部に分布している高密度の微小欠陥を利用して、前記ウェーハの表面に付着し内方に拡散した重金属不純物などのゲッタリングを行うものであるが、たとえば特開昭62-4327などでは、前記イントリンシックゲッタリングよりも更にOSF密度の低減、酸化膜耐圧の改善など品質向上を目的とした半導体ウェーハの熱処理方法が開示されている。この熱処理方法は、水素などの還元性ガスを含む不活性ガス雰囲気内でシリコンウェーハに熱処理を施すことにより、ウェーハの表面近傍の酸素濃度を更に低下させるとともに、酸素析出物の低濃度化を図るものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記ウェーハは表面近傍における酸素濃度が低いので、素子形成領域の機械的強度も低くなっている。従って、デバイス工程においてこのようなウェーハが局所応力や熱応力を受け、ウェーハの表面近傍に転位が発生した場合、前記転位を不動態化する不純物酸素が低濃度であるため、転位の自己増殖、移動によるリーク電流増大などのデバイス不良が発生する。その結果、デバイスの歩留りが低下する。

【0004】 本発明は上記従来の問題点に着目してなされたもので、シリコンウェーハの表面近傍で酸素濃度が低く、その結果、素子形成領域の機械的強度が低いものについて、その強度を向上させることができるようなシリコンウェーハの熱処理方法およびシリコンウェーハを提供することを目的としている。

## 【0005】

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明に係るシリコンウェーハの熱処理方法は、表面近傍の酸素濃度が $10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下のシリコンウェーハを、酸素を含むガス雰囲気中において $1000^{\circ}\text{C}$ 以上の温度で加熱することにより、前記シリコンウェーハの極表面近傍に酸素を導入することを特徴としている。また、本発明に係るシリコンウェーハは、表面近傍の酸素濃度が内部の酸素濃度より低く、極表面近傍における酸素濃度が前記表面近傍の酸素濃度より高くなっていることを特徴としている。

## 【0006】

【作用】 上記構成によれば、表面近傍の酸素濃度が $10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下のシリコンウェーハに対して、酸素を含むガス雰囲気中で熱処理を施すことにして、前記ウェーハの極表面近傍に酸素が導入される。従来、水素などの還元性ガスを含む不活性ガス雰囲気中でシリコンウェーハに熱処理を施すことにより、前記ウェーハの表面近傍の酸素濃度が低下し、これに伴って機械的強度が低下した場合であっても、本発明の熱処理を追加することにより素子形成領域の機械的強度を向上させることができる。

【0007】 本発明による熱処理を施したシリコンウェーハは、極表面近傍における酸素濃度が表面近傍より高くなっているため、水素などの還元性ガスを含む不活性ガス雰囲気中で熱処理を施した直後のシリコンウェーハよりも極表面層の機械的強度が高い。従って、ウェーハが局所応力や熱応力を受けた場合でも転位の広がりが小さく、デバイス工程におけるリーク電流増大などの不良発生を低減させることができる。

## 【0008】

【実施例】 以下に本発明に係るシリコンウェーハの熱処理方法の実施例について、図面を参照して説明する。イントリンシックゲッタリングにおいて、シリコンウェーハの表面からの酸素の外方拡散を更に促進させるために、水素を含む不活性ガス雰囲気内で熱処理を施すが、本発明は前記熱処理後に更に図1に示す熱処理を加えるものである。

【0009】 CZ法によって引き上げられたシリコン単結晶をスライス、研磨加工してなるシリコンウェーハに、水素などの還元性ガスを含む不活性ガス雰囲気内で熱処理を施すことにより、前記ウェーハの表面近傍の酸素濃度は $10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下に低下する。このような水素熱処理を施されたシリコンウェーハに、図1に示すように20%の酸素を含む窒素ガス雰囲気内で、 $1100^{\circ}\text{C}$ の温度で2時間の熱処理を加え、シリコンウェーハの極表面近傍に酸素を導入し、機械的強度の改善を図る。

【0010】 図2および図3は、シリコンウェーハの表面から厚さ方向における酸素濃度の変化について、2次イオン質量分析によって求めた結果を示す図である。前

記ウェーハの表面層の深さは約 $20\text{ }\mu\text{m}$ 、極表面層は表面から $3\sim4\text{ }\mu\text{m}$ の部分である。シリコンウェーハを水素熱処理した後、本発明による熱処理を施した場合は、極表面層に酸素が導入されるため、図2に示すように表面の酸素濃度が高くなる。ただし、表面の酸素濃度は内部の酸素濃度より低い。表面から深さ $3\sim4\text{ }\mu\text{m}$ にかけて酸素濃度は次第に低下し、この点を過ぎると、すなわち極表面層から表面層に入ると酸素濃度は再び上昇して内部の酸素濃度に到達する。これに対して前記水素熱処理の直後におけるシリコンウェーハの酸素濃度は、図3に示すように表面層の部分で次第に低下し、表面で最も低くなっている。

【0011】本発明の熱処理を施したシリコンウェーハの品質について、S. M. Hn, J. App. Phys. 46, 1869 (1975) などに示されているインデンテーション法を用いて評価した。すなわち図4に\*

- (1) 水素熱処理前のCZウェーハ :  $10.6\text{ }\mu\text{m}$
- (2) 水素熱処理を施したCZウェーハ :  $124.8\text{ }\mu\text{m}$
- (3) 本発明による熱処理後のCZウェーハ :  $12.3\text{ }\mu\text{m}$

本発明による熱処理を施した場合、転位の広がりは水素熱処理を施したCZウェーハの約 $1/10$ となり、水素熱処理前のCZウェーハの数値に近づく。これらの数値から本発明によって機械的強度が改善されていることが分かる。

【0012】何らかの原因で転位がウェーハに導入されたとき、酸素は不純物として働き、転位を不動態化するので、シリコンウェーハの結晶の機械的強度に寄与する。従って、極表面層の酸素濃度が著しく低いシリコンウェーハに対して本発明による熱処理を加えると、表面近傍の酸素濃度が増し、特にウェーハの中で重要なIC製作領域の機械的強度を改善することができる。

【0013】本発明の熱処理方法は、水素熱処理を施したCZウェーハの他、イントリンシックゲッタリングの熱処理温度が高い、または熱処理時間が長いなどの理由でウェーハ表面近傍の酸素濃度が極端に低い場合のイントリンシックゲッタリング済みウェーハや、FZウェーハに対して適用することができる。

#### 【0014】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、水素などの還元性ガス雰囲気中での熱処理により、ウェーハ表面近傍の酸素濃度が低く、その結果、素子形成領域の機械的強度が低下したCZウェーハあるいはFZウェーハに対して、酸素を含むガス雰囲気中で熱処理を施し、前記ウェーハの極表面近傍に酸素を導入するものである。極表面層の酸素濃度が低すぎると局所応力や熱応力による

\*示すように、マイクロビックカースたさ試験機の圧子1に荷重 $10\text{ g f}$ を加えて熱処理済みのシリコンウェーハ2に圧痕をつけ、転位を発生させた上、窒素ガス雰囲気内で $900^\circ\text{C}$ で1時間熱処理を加え、転位を増殖させた。その後エッティング液に浸漬し、ライトエッチを施した後、転位の広がり(rosette extent)を測定した。図5は<100>方向に成長したCZ法によるシリコンウェーハにおける転位の広がりを模式的に示す説明図である。図中の点線は転位を示し、転位は圧痕3を中心として四方に広がっている。転位の広がりの数値は $(H_1 + H_2)/2$ で算出され、結晶の相対的な機械的強度を表す。この評価方法で水素熱処理前のCZウェーハ、水素熱処理を施したCZウェーハ、本発明による熱処理後のCZウェーハの3種類について転位の長さを測定し、転位の広がりを算出したところ、下記の結果が得られた。

- (1) 水素熱処理前のCZウェーハ :  $10.6\text{ }\mu\text{m}$
- (2) 水素熱処理を施したCZウェーハ :  $124.8\text{ }\mu\text{m}$
- (3) 本発明による熱処理後のCZウェーハ :  $12.3\text{ }\mu\text{m}$

転位の広がりが大きくなり、従来はデバイス工程においてリーク電流増大などの不良が発生していたが、本発明の熱処理を追加することにより前記問題を解決することができ、歩留りが向上する。また、本発明による熱処理を施したシリコンウェーハは、前記水素ガス雰囲気中で熱処理を施した従来のシリコンウェーハよりも極表面層の機械的強度が高いため、応力による転位の広がりが小さい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による熱処理のプロファイルを示す図である。

【図2】本発明による熱処理を施したシリコンウェーハについて、厚さ方向の酸素濃度の変化を示す図である。

【図3】水素ガス雰囲気中での熱処理を施した従来のシリコンウェーハについて、厚さ方向の酸素濃度の変化を示す図である。

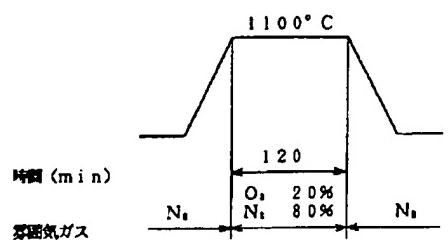
【図4】インデンテーション法の説明図で、本発明による熱処理を施したシリコンウェーハに圧痕をつける工程を示す。

【図5】圧痕をつけたシリコンウェーハにおける転位の広がりを模式的に示す説明図である。

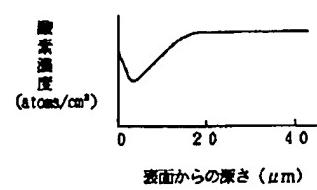
#### 【符号の説明】

- 1 圧子
- 2 シリコンウェーハ
- 3 圧痕

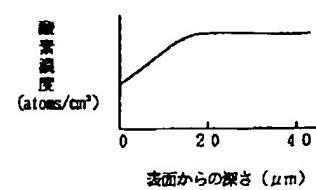
【図1】



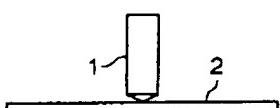
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

